

Practitioner's Docket No.: 008312-0306031
Client Reference No.: T4KM-03S0447

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: TOORU SUGIYAMA, Confirmation No: UNKNOWN
et al.

Application No.:

Group No.:

Filed: September 22, 2003

Examiner: UNKNOWN

For: SEMICONDUCTOR LASER APPARATUS, SEMICONDUCTOR LASER
CONTROL METHOD, AND IMAGE DISPLAYING APPARATUS


Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is
claimed for this case:

<u>Country</u>	<u>Application Number</u>	<u>Filing Date</u>
Japan	2002-347506	11/29/2002

Date: September 22, 2003
PILLSBURY WINTHROP LLP
P.O. Box 10500
McLean, VA 22102
Telephone: (703) 905-2000
Facsimile: (703) 905-2500
Customer Number: 00909


Glenn J. Perry
Registration No. 28458

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-347506

[ST.10/C]:

[JP2002-347506]

出 願 人

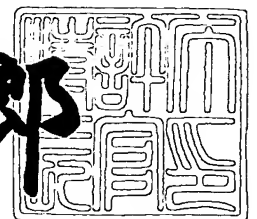
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 4月 4日

特 許 庁 官
Commissio
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3023484

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000205187

【提出日】 平成14年11月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/00

【発明の名称】 半導体レーザ装置、半導体レーザの制御方法、映像表示装置

【請求項の数】 13

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 株式会社東芝深谷映像工場内

【氏名】 杉山 徹

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 株式会社東芝深谷映像工場内

【氏名】 土田 雅基

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 株式会社東芝深谷映像工場内

【氏名】 加治 伸暁

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 株式会社東芝深谷映像工場内

【氏名】 川井 清幸

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置、半導体レーザの制御方法、映像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体レーザと、

この半導体レーザから出射される光を平行光に変換する光学手段と、

この光学手段を通過した光を入射する入射端面を有し、途中の所定位置から前記入射端面に向けて、断面積を一定としたままで前記入射端面におけるコア形状が楕円形となるように連続的に変化させた第 1 の光ファイバとを具備してなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 前記第 1 の光ファイバは、途中の所定位置から前記入射端面に向けて、径方向に順次深くなるように潰されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】 前記光学手段は、前記半導体レーザの出射領域と、前記第 1 の光ファイバの入射端面におけるコア形状とを共役関係とするように設定されることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】 前記半導体レーザの出射領域のスロー軸方向の長さを $D_{\text{slow_LD}}$ 、ファスト軸方向の長さを $D_{\text{fast_LD}}$ とし、前記半導体レーザの出射光の広がり角を、スロー軸方向で $\theta_{\text{slow_LD}}$ 、ファスト軸方向で $\theta_{\text{fast_LD}}$ としたとき

前記第 1 の光ファイバは、その入射端面における長軸／短軸比を、

$$D_{\text{slow_LD}} \cdot \sin(\theta_{\text{slow_LD}}) / D_{\text{fast_LD}} \cdot \sin(\theta_{\text{fast_LD}})$$

に設定されることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】 前記第 1 の光ファイバを通過して出射される光を、コア内にレーザ活性物質を添加した第 2 の光ファイバに入射させることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】 前記第 1 の光ファイバと前記第 2 の光ファイバとのコア径が異なる場合、前記第 1 の光ファイバを通過して出射される光を、前記第 2 の光ファイバのコア径に対応するように変換する変換手段を備えることを特徴とする請

求項 5 記載の半導体レーザー装置。

【請求項 7】 複数の半導体レーザーと、

この複数の半導体レーザーから出射される光が一端部にそれぞれ入射され、他端部が束ねられた複数の第 1 の光ファイバと、

この複数の第 1 の光ファイバの束ねられた他端部から出射される光がまとめて入射される第 2 の光ファイバとを具備し、

前記複数の第 1 の光ファイバの束ねられた他端部のコア断面形状を、前記第 2 の光ファイバのコア断面形状に対応させるようにしたことを特徴とする半導体レーザー装置。

【請求項 8】 前記複数の第 1 の光ファイバの束ねられた他端部と前記第 2 の光ファイバとのコア径が異なる場合、前記複数の第 1 の光ファイバの束ねられた他端部から出射される光を、前記第 2 の光ファイバのコア径に対応するように変換する変換手段を備えることを特徴とする請求項 7 記載の半導体レーザー装置。

【請求項 9】 半導体レーザーから出射される光を平行光に変換する工程と、変換された光を、途中の所定位置から入射端面に向けて、断面積を一定としたままで前記入射端面におけるコア形状が楕円形となるように連続的に変化させた第 1 の光ファイバに入射させる工程とを具備してなることを特徴とする半導体レーザーの制御方法。

【請求項 10】 前記第 1 の光ファイバを通過して出射される光を、コア内にレーザー活性物質を添加した第 2 の光ファイバに入射させる工程を備えることを特徴とする請求項 9 記載の半導体レーザーの制御方法。

【請求項 11】 前記第 1 の光ファイバと前記第 2 の光ファイバとのコア径が異なる場合、前記第 1 の光ファイバを通過して出射される光を、前記第 2 の光ファイバのコア径に対応するように変換する工程を備えることを特徴とする請求項 10 記載の半導体レーザーの制御方法。

【請求項 12】 半導体レーザーから出射される光を平行光に変換する光学手段と、この光学手段を通過した光を入射する入射端面を有し、途中の所定位置から前記入射端面に向けて、断面積を一定としたままで前記入射端面におけるコア形状が楕円形となるように連続的に変化させた第 1 の光ファイバとを備える半導

体レーザ装置と、

この半導体レーザ装置の第 1 の光ファイバから出射される光を励起する第 2 の光ファイバと、

この第 2 の光ファイバによって励起された光を、映像信号に基づいて空間変調する変調手段と、

この変調手段から得られる光出力をスクリーンに投射して表示させる表示手段とを具備してなることを特徴とする映像表示装置。

【請求項 1 3】 複数の半導体レーザから出射される光が一端部にそれぞれ入射され、他端部が束ねられた複数の第 1 の光ファイバと、この複数の第 1 の光ファイバの束ねられた他端部から出射される光がまとめて入射される第 2 の光ファイバとを備え、前記複数の第 1 の光ファイバの束ねられた他端部のコア断面形状を、前記第 2 の光ファイバのコア断面形状に対応させるようにした半導体レーザ装置と、

この半導体レーザ装置の第 2 の光ファイバから出射される光を、映像信号に基づいて空間変調する変調手段と、

この変調手段から得られる光出力をスクリーンに投射して表示させる表示手段とを具備してなることを特徴とする映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体レーザから出射する光を高効率及び高光密度で光ファイバに結合する半導体レーザ装置、半導体レーザの制御方法に関する。また、この発明は、上記の半導体レーザ装置を光源として使用した投射型の映像表示装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

周知のように、近年では、例えば液晶プロジェクタ等のような投射型の映像表示装置における光源として、半導体レーザを使用するための開発が盛んに行なわれている。

【 0 0 0 3 】

この種の映像表示装置にあっては、数W～10Wもの強い光出力を発生する半導体レーザからの出射光を、ファイバレーザを構成する光ファイバに入射させることにより、高い光密度の可視光を生成して映像表示に利用している。

【 0 0 0 4 】

ところで、半導体レーザは、一般に高出力になるとマルチモードになり、その出射領域が細長い形状となる。例えば、1Wを出力する半導体レーザの出射領域は、スロー軸方向が $100\mu\text{m}$ 、ファスト軸方向が $1\mu\text{m}$ となっている。

【 0 0 0 5 】

また、このような半導体レーザから出射される光は、出射領域面に垂直な光軸に対して、例えば、スロー軸方向に $\pm 4^\circ$ 、ファスト軸方向に $\pm 20^\circ$ の広がり角を持って放出される。

【 0 0 0 6 】

ここで、半導体レーザからの出射光が入射される光ファイバの受光角は、光軸対称となっており、例えば、スロー軸方向とファスト軸方向とが共に同じ 20° になっているとする。

【 0 0 0 7 】

そして、半導体レーザからの出射光を、レンズを介して光ファイバの受光角に合わせた場合、そのビーム径は正弦条件（ビーム径Dと広がり角 θ との関係、 $D \sin \theta = \text{一定}$ ）にしたがうため、スロー軸方向で $40\mu\text{m}$ 、ファスト軸方向で $2\mu\text{m}$ となり、ビーム径も細長い形状となる。

【 0 0 0 8 】

光ファイバのコア断面形状は一般に円形なので、このような細長い形状のビーム径を有する光を、全て光ファイバに入射するためには、 $40\mu\text{m}$ のコア径が必要となる。

【 0 0 0 9 】

これにより、半導体レーザから出射する光を、全て光ファイバに入射することが可能となるが、ファスト軸方向にかなりの余裕をもって入射しているために、入射した光の光密度（入射光パワー／光ファイバコア断面積）は低下する。つま

り、光密度が高い状態で光を入射するには、光ファイバのコア断面形状がビーム径と一致していることが望ましいことになる。

【 0 0 1 0 】

特許文献 1 として提示する米国特許第 5 6 7 7 9 2 0 号明細書には、光ファイバレーザに使用するダブルクラッドファイバにおいて、励起光を入力する内側クラッドの断面形状を長方形にした例が開示されている。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、コア断面が長方形の光ファイバは、製造が非常に困難であるとともに、長方形断面の光ファイバに通常の円形断面の光ファイバを容易に接続することができないという問題が生じている。

【 0 0 1 2 】

また、この特許文献 1 には、複数の光ファイバの出力を合成して、別の光ファイバに光接続することを考慮して、断面が長方形の複数の光ファイバを重ねて、別の光ファイバに光接続する例も開示されている。

【 0 0 1 3 】

ところが、光ファイバを重ねる際に高度な位置合わせが必要になるとともに、接続先の光ファイバの形状に合わせて長方形形状を設計する必要があり、実用的な構成とは言えないものである。

【 0 0 1 4 】

【特許文献 1】

米国特許第 5 6 7 7 9 2 0 号明細書

【 0 0 1 5 】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、従来は、コア断面形状が円形の光ファイバを用いた場合には、マルチモードの半導体レーザから出射した光を高効率及び高光密度で光ファイバに入射させることが困難である。

【 0 0 1 6 】

また、コア断面形状が長方形の光ファイバを用いた場合には、製造が困難であるとともに、通常の円形断面の光ファイバと容易に接続することができないとい

う問題が生じる。

【0017】

さらに、コア断面形状が長方形の光ファイバを複数本合成し、別の光ファイバに光接続する場合には、接続先の光ファイバに合わせて断面形状を設計する必要があり、実用に不向きとなる。

【0018】

そこで、この発明は上記事情を考慮してなされたもので、簡易な構成で半導体レーザからの出射光を高効率及び高光密度で光ファイバに容易に入射させることを可能とした半導体レーザ装置、半導体レーザの制御方法を提供することを目的とする。また、この発明は、上記した半導体レーザ装置を用いた映像表示装置を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る半導体レーザ装置は、半導体レーザと、この半導体レーザから出射される光を平行光に変換する光学手段と、この光学手段を通過した光を入射する入射端面を有し、途中の所定位置から入射端面に向けて、断面積を一定としたままで入射端面におけるコア形状が楕円形となるように連続的に変化させた第1の光ファイバとを備えるようにしたものである。

【0020】

また、この発明に係る半導体レーザの制御方法は、半導体レーザから出射される光を平行光に変換する工程と、変換された光を、途中の所定位置から入射端面に向けて、断面積を一定としたままで入射端面におけるコア形状が楕円形となるように連続的に変化させた第1の光ファイバに入射させる工程とを備えるようにしたものである。

【0021】

さらに、この発明に係る映像表示装置は、半導体レーザから出射される光を平行光に変換する光学手段と、この光学手段を通過した光を入射する入射端面を有し、途中の所定位置から入射端面に向けて、断面積を一定としたままで入射端面におけるコア形状が楕円形となるように連続的に変化させた第1の光ファイバと

を備える半導体レーザ装置と、

この半導体レーザ装置の第 1 の光ファイバから出射される光を励起する第 2 の光ファイバと、

この第 2 の光ファイバによって励起された光を、映像信号に基づいて空間変調する変調手段と、

この変調手段から得られる光出力をスクリーンに投射して表示させる表示手段とを備えるようにしたものである。

【 0 0 2 2 】

上記のような構成及び方法によれば、半導体レーザから出射される光を、途中の所定位置から入射端面に向けて、断面積を一定としたままで入射端面におけるコア形状が楕円形となるように連続的に変化させた第 1 の光ファイバに入射させるようにしたので、簡易な構成で半導体レーザからの出射光を高効率及び高光密度で光ファイバに容易に入射させることが可能となる。これにより、高効率な光源を実現することができることから、映像表示装置の低消費電力化、製造コストの低下を実現することが可能となる。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。図 1 は、第 1 の実施の形態で説明する半導体レーザ装置の概略を示している。図 1 において、符号 1 1 は半導体レーザで、その端面に細長い形状の出射領域 1 2 が形成されている。

【 0 0 2 4 】

この半導体レーザ 1 1 の出射領域 1 2 から出射される光は、シリンドリカルレンズ 1 3 によりファスト軸方向にコリメートされ、シリンドリカルレンズ 1 4 によりスロー軸方向にコリメートされて、光ファイバ 1 5 に入射される。

【 0 0 2 5 】

この光ファイバ 1 5 の入射端面部 1 6 は、その途中の所定位置から端面に向けて、径方向に順次深く潰していくことにより、断面積を一定としたままコア断面形状が楕円形となるように連続的にテーパ状に変化させて形成されている。

【 0 0 2 6 】

例えば、入射端面 16 のコア断面形状が $20 \times 5 \mu\text{m}$ である場合、テーパ長は 10 mm であり、入射端面 16 のコア断面形状が $40 \times 10 \mu\text{m}$ である場合、テーパ長は 20 mm となる。

【 0 0 2 7 】

そして、シリンドリカルレンズ 13, 14 は、半導体レーザ 11 の出射領域 12 と、光ファイバ 15 の入射端面 16 のコア断面形状とが共役関係となるように設計する。

【 0 0 2 8 】

ここで、入射端面 16 のコア断面形状について説明する。まず、半導体レーザ 11 の出射領域 12 のスロー軸方向の長さを $D_{\text{slow_LD}}$ 、ファスト軸方向の長さを $D_{\text{fast_LD}}$ とする。また、半導体レーザ 11 の出射光の広がり角を、スロー軸方向で $\theta_{\text{slow_LD}}$ 、ファスト軸方向で $\theta_{\text{fast_LD}}$ とする。

【 0 0 2 9 】

さらに、光ファイバ 15 の入射端面 16 上におけるビーム径を、スロー軸方向で $D_{\text{slow_FB}}$ 、ファスト軸方向で $D_{\text{fast_FB}}$ とし、広がり角をスロー軸方向で $\theta_{\text{slow_FB}}$ 、ファスト軸方向で $\theta_{\text{fast_FB}}$ とする。

【 0 0 3 0 】

すると、正弦条件により、

$$D_{\text{slow_LD}} \cdot \sin(\theta_{\text{slow_LD}}) = D_{\text{slow_FB}} \cdot \sin(\theta_{\text{slow_FB}}) \dots (1)$$

$$D_{\text{fast_LD}} \cdot \sin(\theta_{\text{fast_LD}}) = D_{\text{fast_FB}} \cdot \sin(\theta_{\text{fast_FB}}) \dots (2)$$

が成立する。

【 0 0 3 1 】

光ファイバ 15 は、受光角が光軸対称であるため、光ファイバ 15 に入射する時点で、半導体レーザ 11 から出射した光の広がり角が光軸対称になっていることが望ましいことになる。

【 0 0 3 2 】

入射端面 16 で、スロー軸方向の広がり角とファスト軸方向の広がり角とが等しくなるように、シリンドリカルレンズ 13, 14 を用いて広がり角を変換す

ると、 $\theta_{slow_FB} = \theta_{fast_FB}$ より、入射端面 16 でのビーム径のスロー軸方向とファスト軸方向との比は、

$$\begin{aligned} & D_{slow_FB} / D_{fast_FB} \\ &= [D_{slow_LD} \cdot \sin(\theta_{slow_LD})] / [D_{fast_LD} \cdot \sin(\theta_{fast_LD})] \\ &\dots (3) \end{aligned}$$

となり、この比に応じてコア断面における楕円の長軸短軸比を設定することが望ましいこととなる。

【 0 0 3 3 】

半導体レーザ 11 の出射光をなるべく高い光密度で入射するためには、

$$\theta_{slow_FB} = \theta_{fast_FB} = \text{光ファイバの最大受光角}$$

として、(1)，(2) 式よりコア断面の断面形状を決定すれば良い。

【 0 0 3 4 】

光ファイバ 15 は、その入射端面 16 から奥方向に向けて、コア断面が楕円から正円に連続的に変化している。このため、入射端面 16 に入射した光は、光ファイバ 15 内を伝播するにしたがって、楕円の長軸方向では正円に近づくにつれて径が小さくなるため、広がり角が大きくなる傾向があり、楕円の短軸方向では正円に近づくにつれて径が大きくなるため、広がり角が小さくなる傾向がある。

【 0 0 3 5 】

しかしながら、光ファイバ 15 は、コアの側面が楕円の長軸短軸に対して斜めとなっている。このため、コア内で光が複数回反射することによって、前記した広がり角が大きくなる傾向と小さくなる傾向とが相殺され、楕円と正円との面積が一定なら広がり角は変化しない。

【 0 0 3 6 】

これにより、光の広がり角が変化しないまま楕円から正円にビーム径が変換されることが可能となる。この効果により、半導体レーザ 11 から出射した光を高効率及び高光密度の状態で、コア断面形状が正円の光ファイバ 15 に入射することが可能となる。

【 0 0 3 7 】

図 2 は、この発明の第 2 の実施の形態を示している。図 2 において、図 1 と同一部分には同一符号を付して説明すると、この第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態で説明した半導体レーザ装置を、光ファイバレーザの励起光入力に用いている。

【 0 0 3 8 】

図 2 において、符号 1 7 はコア内にレーザ活性物質が添加された光ファイバ、1 8 は半導体レーザ 1 1 から出射する光（励起光）を透過し、光ファイバ 1 7 で発生するレーザ光を反射する反射素子、1 9 は光ファイバ 1 7 で発生するレーザ光を一部反射する反射素子である。図 2 における（a）～（d）は、それぞれ、光ファイバ 1 5、1 7 の各箇所における断面形状を示している。

【 0 0 3 9 】

具体的に言えば、例えば、半導体レーザ 1 1 の波長は 8 3 0 ～ 8 5 0 n m、光ファイバ 1 7 のコア内のレーザ活性物質は $\text{Pr}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$ 、反射素子 1 8 は 8 3 0 ～ 8 5 0 n m の光を全透過し 6 3 5 n m の光を全反射、反射素子 1 9 は 6 3 5 n m の光を一部反射する。

【 0 0 4 0 】

半導体レーザ 1 1 から出射された 8 3 0 から 8 5 0 n m の励起光は、シリンドリカルレンズ 1 3、1 4、光ファイバ 1 5 を介して光ファイバ 1 7 に入射する。この励起光は、光ファイバ 1 7 内の $\text{Pr}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$ に吸収され、6 3 5 n m の光を発生する。

【 0 0 4 1 】

発生した 6 3 5 n m の光は、反射素子 1 8 と 1 9 との間に形成される共振器により、6 3 5 n m のレーザ光に生成され、反射素子 1 9 側から出力されることになる。光ファイバレーザの励起光には、高出力及び高光密度が必要となり、第 1 の実施の形態の半導体レーザ装置を利用することで光ファイバレーザを実現することが可能となる。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、この発明の第 3 の実施の形態を示している。図 3 において、図 2 と同一部分には同一符号を付して示している。第 2 の実施の形態との違いは、入射端

面部 1 6 を楕円に加工した光ファイバ 1 5 のコア径と、レーザ活性物質を添加した光ファイバ 1 7 のコア径とが違う点にある。

【 0 0 4 3 】

光ファイバ 1 5 に関しては、楕円加工の容易さによってコア径を決定することが望ましい。例えば、光ファイバ 1 5 にプラスチックファイバを用いれば、プラスチックファイバの端面を加熱した状態で圧力を加えることにより、扁平化（楕円化）することが可能になる。

【 0 0 4 4 】

プラスチックファイバのコア径は、一般に $100\mu\text{m}$ 以上である。一方、レーザ活性物質が添加された光ファイバ 1 7 のコア径は、数 $100\mu\text{m}$ ～ 数 μm であり、用途により様々である。

【 0 0 4 5 】

このため、両者のコア径が一致するとは限らない。そこで、この第 3 の実施の形態では、光ファイバ 1 5 で楕円から正円へのビーム形状の変換を行なった後、レンズ 2 0 を用いて光ファイバ 1 7 のコア径への変換を行なっている。

【 0 0 4 6 】

ここで、光ファイバ 1 5 の入射端面 1 6 のコアの楕円形状は、長軸短軸比が上記（3）式にしたがうようにするとともに、半導体レーザ 1 1 の出射領域 1 2 の形状と、光ファイバ 1 5 の入射端面 1 6 のコア楕円形状とが共役関係となるように、シリンドリカルレンズ 1 3, 1 4 を設定する。

【 0 0 4 7 】

光ファイバレーザの動作としては、第 2 の実施の形態と同様なので省略する。なお、コア径を変換するための変換手段としては、レンズ 2 0 に限らず、コア径が連続的に変化するテーパファイバ等、他の光学手段を用いても構わない。

【 0 0 4 8 】

図 4 は、この発明の第 4 の実施の形態を示している。図 4 において、図 2 と同一部分には同一符号を付している。第 2 の実施の形態との違いは、複数（図 4 では 4 つ）の半導体レーザ装置を並列に配置し、各光ファイバ 1 5 を束ねた後、レーザ活性物質を添加した光ファイバ 1 7 に光を入射する点にある。

【 0 0 4 9 】

第 2 の実施の形態で示した光ファイバレーザで得られるレーザ光の出力以上の出力が必要となる場合、第 2 の実施の形態の構成をそのまま複数個配置すると光ファイバ 1 7、反射素子 1 8、1 9 が複数本必要となる。

【 0 0 5 0 】

また、光ファイバレーザの出力を別の光ファイバに光接続する場合、接続する光ファイバも複数本必要となりコストが増加する。このため、複数の光ファイバ 1 5 を束ねた状態で、光ファイバ 1 7 に光接続しコストを低下している。

【 0 0 5 1 】

図 5 (a) ～ (d) は、それぞれ、図 4 の (a) 部分の断面図を示している。光密度が高い状態で光ファイバ 1 5 を束ねるためには、光ファイバ 1 5 はクラッドの厚みが薄いものを使用することが望ましい。

【 0 0 5 2 】

また、図 5 (a) に示すように、単に束ねるだけでなく、同図 (b) ～ (d) に示すようにコアが密着し、かつ、光ファイバ 1 7 のコア断面形状と同形状となるように端面部を加工することが望ましい。

【 0 0 5 3 】

密着した状態での各光ファイバ 1 5 の断面形状は、正円から図 5 (b) ～ (d) に示す形状に面積一定のまま連続的に変化していく必要がある。しかしながら、図 5 (b) 及び (c) に示すように整形された状態でなく、同図 (d) に示すように外形のみが整形されていれば良いため加工が容易となる。

【 0 0 5 4 】

加工部分と未加工部分とでコア断面積一定のまま連続的に変化しているため、光の広がり角は変化せず、高効率及び高光密度を保ったまま光ファイバ 1 7 への光接続が可能となる。

【 0 0 5 5 】

図 6 は、この発明の第 5 の実施の形態を示している。図 6 において、図 3 と同一部分には同一符号を付している。この第 5 の実施の形態は、第 3 及び第 4 の実施の形態を組み合わせたものであり、束ねた光ファイバ 1 5 のコア径と、レーザ

活性物質を添加した光ファイバ 1 7 のコア径との違いを、レンズ 2 0 で補正している。

【 0 0 5 6 】

なお、上記した各実施の形態においては、光ファイバ 1 5 の入射端面 1 6 を加工した際、加工部分と未加工部分とで面積が一定になるように説明した。肝要な点は、ビーム形状を変換していることである。

【 0 0 5 7 】

すなわち、面積が一定の場合には、加工部分と未加工部分とで広がり角は一定であるが、面積が一定でない場合には、加工部分と未加工部分との面積比に反比例して広がり角が変化することになる。このため、広がり角を変化させたい、あるいは面積も変化させたい場合には、加工部分と未加工部分とで面積が異なるようにしても良い。

【 0 0 5 8 】

図 7 は、この発明の第 6 の実施の形態を示す映像表示装置の構成図である。第 6 の実施の形態では、第 2 ～第 5 の実施の形態の光ファイバレーザを投射型映像表示装置の光源として使用している。

【 0 0 5 9 】

図 7 において、符号 2 1, 2 2, 2 3 は、それぞれ、光ファイバレーザを示している。この光ファイバレーザ 2 1 ～ 2 3 では、波長のアップコンバージョンにより赤、緑、青のレーザ光が得られるように、光ファイバ 1 7 に添加するレーザ活性物質や、半導体レーザ 1 1 の発振波長等がそれぞれ設定されている。

【 0 0 6 0 】

また、符号 2 4, 2 5, 2 6 は、それぞれ、光ファイバレーザ 2 1, 2 2, 2 3 から発生されたレーザ光を出力する光ファイバ、2 7 はレンズ、2 8 は映像入力端子、2 9 は液晶駆動部、3 0 は液晶パネル、3 1 は投射レンズ、3 2 はスクリーンである。

【 0 0 6 1 】

映像表示装置の動作について説明する。すなわち、光ファイバ 2 4 ～ 2 6 の端面から出射された光は、レンズ 2 7 にて平行光となり、液晶パネル 3 0 に入射さ

れる。

【 0 0 6 2 】

一方、映像信号は、映像入力端子 2 8 から入力され、液晶駆動部 2 9 が映像信号に基づいて液晶パネル 3 0 を駆動する。これにより、液晶パネル 3 0 に入射され光は、映像信号に沿った空間変調が施される。

【 0 0 6 3 】

空間変調された光は、投射レンズ 3 1 を介してスクリーン 3 2 に結像される。投射形映像表示装置の光源には、数 W 程度の赤、緑、青の光が必要だが、第 2 ～ 第 5 の実施の形態で示した光ファイバレーザを用いることにより、低コストで実現できる。

【 0 0 6 4 】

以上に述べたように、光ファイバ 1 5 の端面部分のみを連続的に変形させることで任意にビーム形状を変換する。加工部分と未加工部分とが面積一定の場合には、両者で光の広がり角は変化しない。

【 0 0 6 5 】

この特徴を利用して、光ファイバ 1 5 の入射端面部 1 6 を楕円化すれば、半導体レーザ 1 1 から出射される光を、高効率及び高光密度で光ファイバ 1 5 に入射させることが可能となる。また、その出力を通常のコア断面が円形の光ファイバに光接続することが可能となる。

【 0 0 6 6 】

さらに、複数の光ファイバ 1 5 を束ねて、1 本の光ファイバ 1 7 に結合する際に、複数本束ねた光ファイバ 1 5 の外形断面と、1 本の光ファイバ 1 7 の断面とが同形状になるように、複数本の光ファイバ 1 5 の端面部分を加工することで、両者の光接続が高効率及び高光密度で実現できる。

【 0 0 6 7 】

また、この利点を用いて半導体レーザ 1 1 を励起光に用いた光ファイバレーザを構成し、光ファイバレーザを用いた波長のアップコンバージョンにより高出力の赤、緑、青を発生させ、投射型映像表示装置の光源として利用することが可能となる。

【 0 0 6 8 】

なお、この発明は上記した各実施の形態に限定されるものではなく、この外その要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【 0 0 6 9 】

【発明の効果】

以上詳述したようにこの発明によれば、簡易な構成で半導体レーザからの出射光を高効率及び高光密度で光ファイバに容易に入射させることを可能とした半導体レーザ装置、半導体レーザの制御方法を提供することができる。また、この発明によれば、上記した半導体レーザ装置を用いた映像表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の第 1 の実施の形態を説明するために示す図。

【図 2】

この発明の第 2 の実施の形態を説明するために示す図。

【図 3】

この発明の第 3 の実施の形態を説明するために示す図。

【図 4】

この発明の第 4 の実施の形態を説明するために示す図。

【図 5】

同第 4 の実施の形態における要部を詳細に説明するために示す図。

【図 6】

この発明の第 5 の実施の形態を説明するために示す図。

【図 7】

この発明の第 6 の実施の形態を説明するために示す図。

【符号の説明】

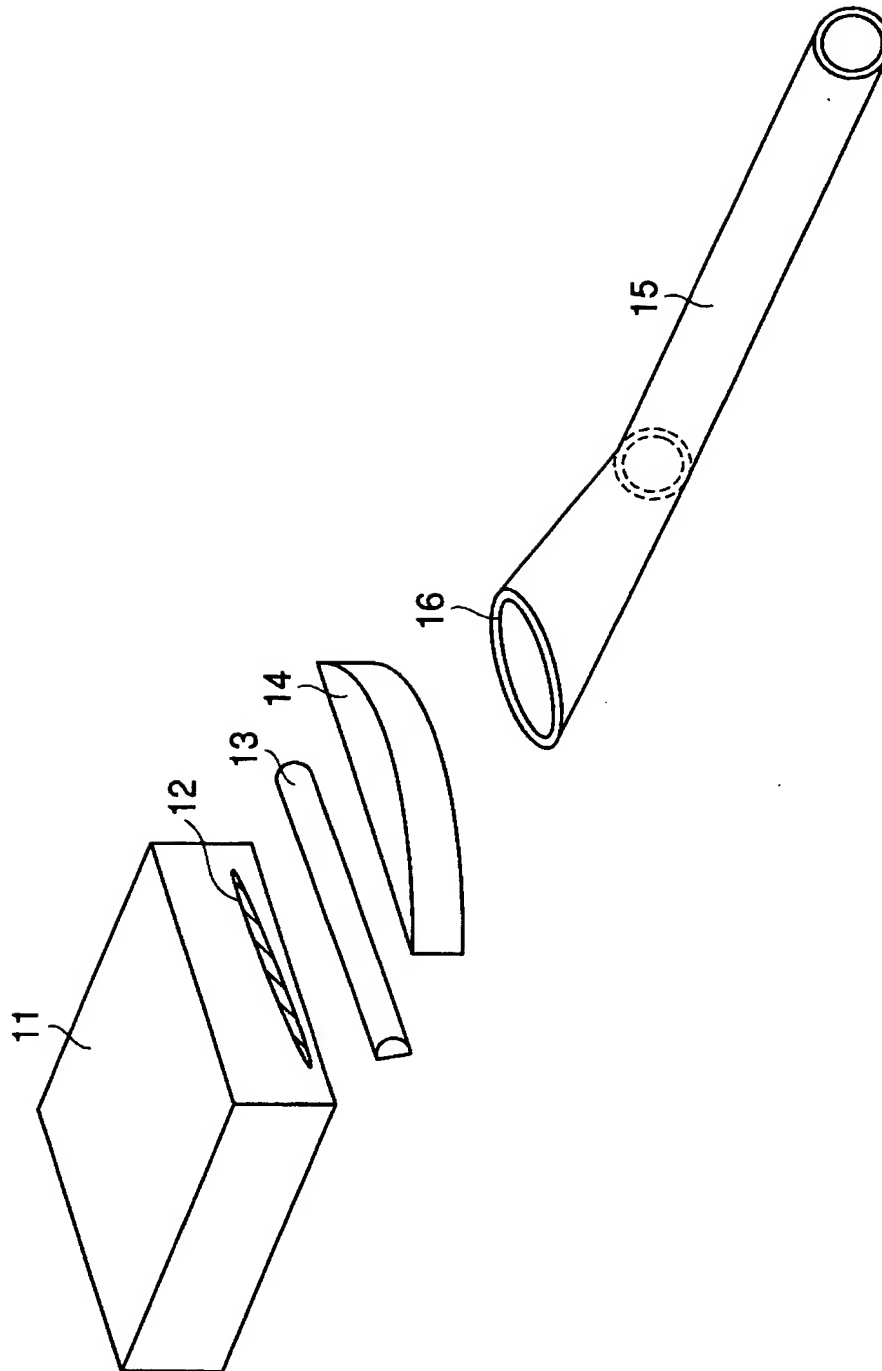
- 1 1 …半導体レーザ、
- 1 2 …出射領域、
- 1 3, 1 4 …シリンドリカルレンズ、

- 1 5 … 光ファイバ、
- 1 6 … 入射端面部、
- 1 7 … 光ファイバ、
- 1 8, 1 9 … 反射素子、
- 2 0 … レンズ、
- 2 1 ～ 2 3 … 光ファイバレーザ、
- 2 4 ～ 2 6 … 光ファイバ、
- 2 7 … レンズ、
- 2 8 … 映像入力端子、
- 2 9 … 液晶駆動部、
- 3 0 … 液晶パネル、
- 3 1 … 投射レンズ、
- 3 2 … スクリーン。

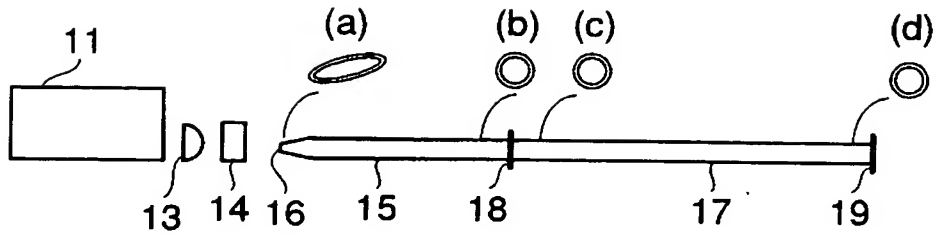
【書類名】

図面

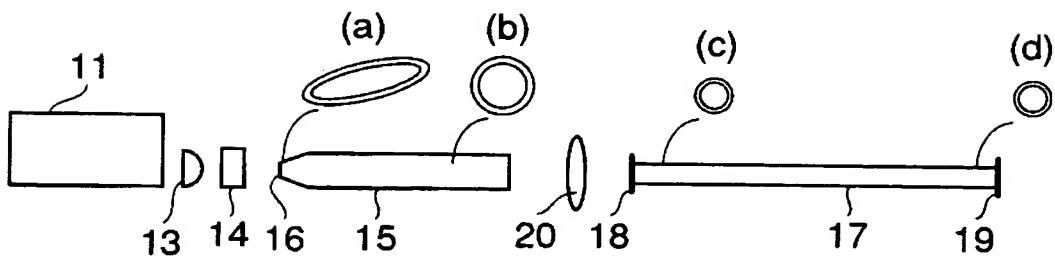
【図 1】



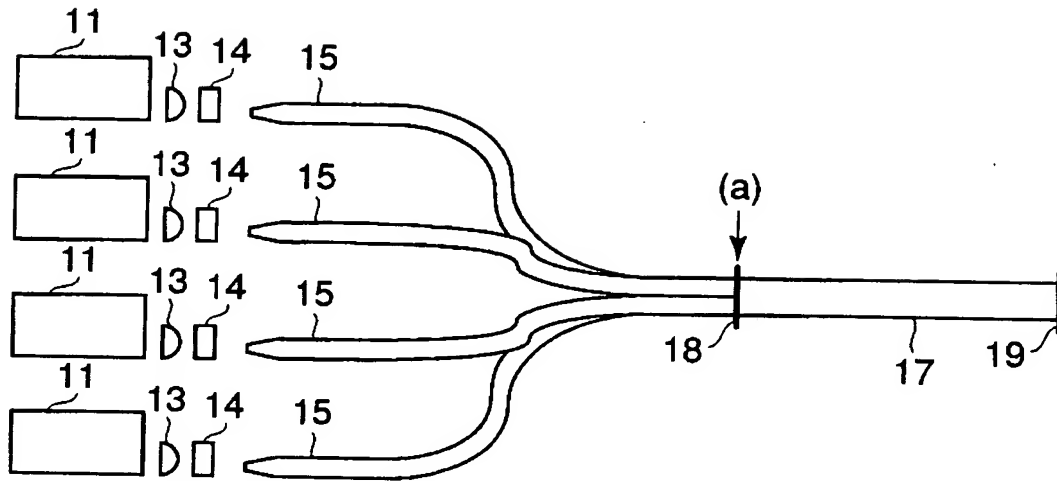
【図 2】



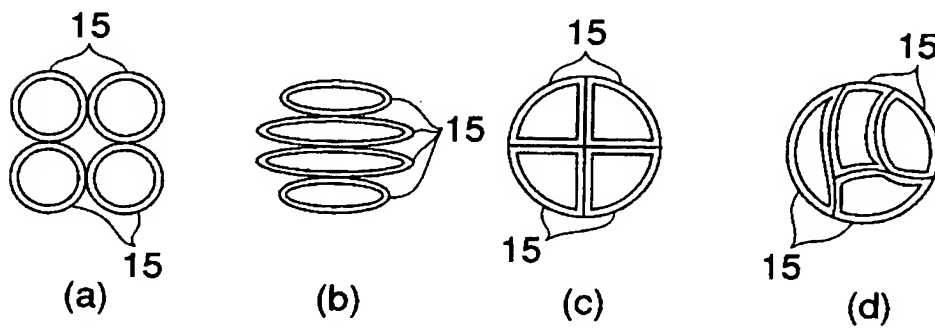
【図 3】



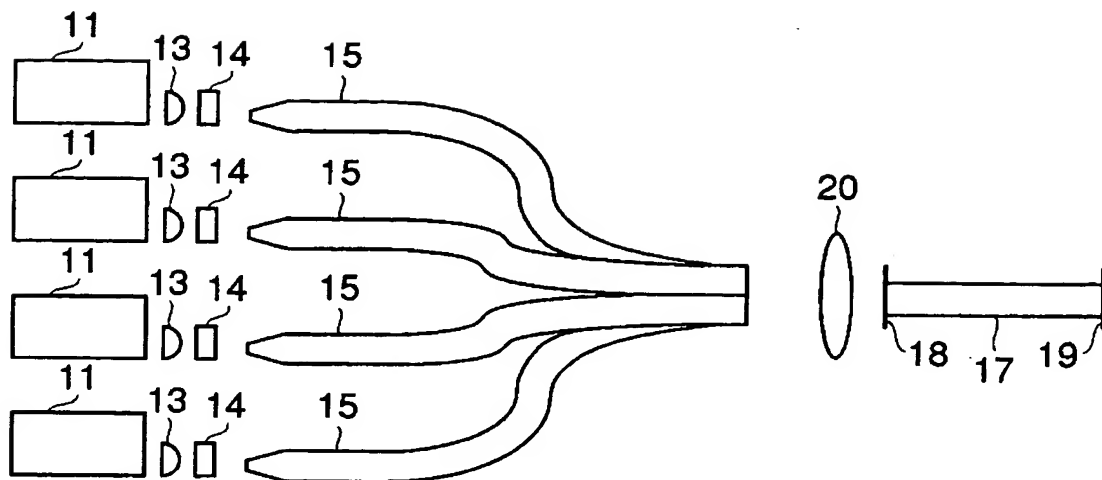
【図 4】



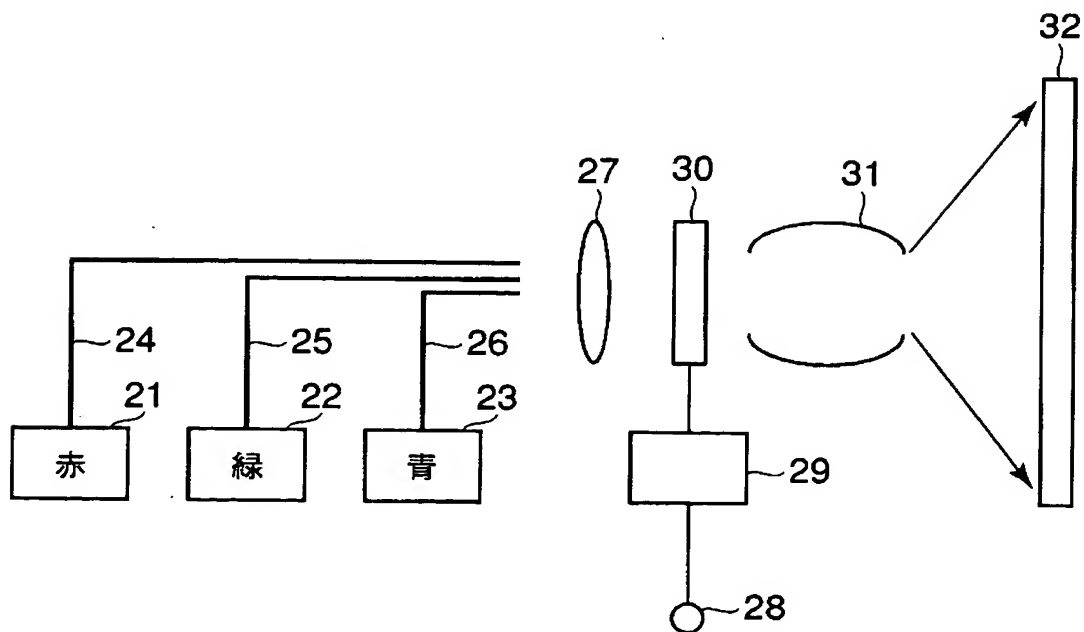
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 この発明は、簡易な構成で半導体レーザからの出射光を高効率及び高光密度で光ファイバに容易に入射させることを可能とした半導体レーザ装置、半導体レーザの制御方法と、この半導体レーザ装置を用いた映像表示装置を提供することを目的としている。

【解決手段】 半導体レーザ 1 1 から出射される光をシリンドリカルレンズ 1 3 , 1 4 により平行光に変換する。そして、このシリンドリカルレンズ 1 3 , 1 4 を通過した光を、途中の所定位置から入射端面部 1 6 に向けて、断面積を一定としたままで入射端面部 1 6 におけるコア形状が楕円形となるように連続的に変化させた光ファイバ 1 5 に入射させる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝